

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 91 (1973)  
**Heft:** 10: Baumaschinen und Bauverfahren

**Artikel:** Entwicklungen bei der Baumaschinenkonstruktion  
**Autor:** Bloom, Philip L.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-71823>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 20.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Entwicklungen bei der Baumaschinenkonstruktion

DK 624.002.5

Von Philip L. Bloom, London

Auf der Konferenz über Baumaschinenkonstruktion, die am 28. und 29. September 1971 in London stattfand, führten die Hersteller von Baugeräten und Erdbewegungsmaschinen sowie Anwender und Lieferanten lebhafte Gespräche, über welche nachfolgend zusammenfassend berichtet wird.

## 1. Über Baumaschinen im allgemeinen

Mehr Zusammenarbeit zwischen Herstellern und Anwendern forderte gleich der erste Redner, *Basil Gamgee*, Betriebsleiter eines führenden britischen Unternehmens, der vielleicht den umfassendsten Park von Erdbewegungsmaschinen betreibt. *Gamgee* empfahl einen grösseren Rückfluss an tatsächlicher Betriebsinformation zum Hersteller – nicht zuletzt auch über die Umstände, die zu häufigen kleinen Störungen führen, weil nur so eine Lösung der anstehenden Probleme zu erwarten sei. Während der Jahreszeiten, wo man mit den Bauarbeiten nicht vorankomme, würden die Maschinen in eigener Regie überholt. Er beschrieb, wie die Maschinen auf der Baustelle mit speziellen Allradfahrzeugen gewartet und betankt werden. Diese Fahrzeuge erreichen alle auf der Baustelle eingesetzten Maschinen und sichern somit optimale Arbeitskontinuität. So führen sie beispielsweise Motor-, Getriebe- und Hydrauliköle (die mittels Druckpumpe und einrollbarem Schlauch abgefüllt werden), Druckluft-Fettspritzen, Kühlwasser/Frostschutz-Gemische sowie destilliertes Wasser zum Auffüllen von Batterien mit sich.

Bei der Behandlung der Baustellengeräte äusserte sich *Gamgee* auch über das Aufkommen der Caterpillar-Schürfkübelauflaufhängung mit Stoßdämpfer; sie erfüllt nicht nur ihren ursprünglichen Zweck, nämlich die Maschine vor Stößen zu schützen, sondern biete zudem noch eine Möglichkeit für Druckmessungen, indem die Einfederung von einem Registriergerät abgetastet werden kann; dieses zeichnet die Anzahl der Arbeitsspiele auf.

Die jüngsten konstruktiven Fortschritte bei Klein-Bulldozern und Raupenbaggern erleichtern die Arbeit des Fahrers. Weitere Vorschläge für künftige Verbesserungen sind: für kleinere Maschinen Ölkipplungen und Bremsen, wie sie bei grösseren Maschinen die Regel sind, weiter Standardisierung bei Ölen und Fetten sowie bessere Abdichtung gegen Schmutz und Schlamm.

Zu den Fragen, die während der anschliessenden Diskussion von den Konferenzteilnehmern aufgeworfen wurden, zählten die Zuverlässigkeit der elektrischen Ausrüstung, insbesondere der Anlasser und Drehstromlichtmaschinen, die einige Teilnehmer insofern für ungeeignet hielten, als sie für Strassenfahrzeuge konstruiert sind. Ein Delegierter der *Joseph Lucas* stellte fest, einige Unternehmen behandelten Drehstromlichtmaschinen falsch, wenn sie sie in ihrer Stellung verschweissten. Es wurden Vorschläge für alternative Anlassmethoden gemacht, so etwa das Starten durch Feder- oder Schwungkraftanlasser. Ein anderer Konferenzteilnehmer erwähnte das oftmalige Verstopfen der Kühler. Nach seinem Vorschlag sollten sie genügend gross gebaut sein, um auch bei teilweise verstopftem Zustand noch richtig funktionieren zu können.

## 2. Bodenmechanik

Dr. A. R. Reece, der an der Universität Newcastle Landtechnik liest, umriss in der Einführung zu seinem Thema zwei Wege zur Verbesserung eines industriellen Prozesses: schrittweise Verbesserung oder radikale Veränderung des Prozesses bzw. der Maschine, die ihn durchführt. Er zog eine Parallele zur Luft- und Raumfahrtindustrie, wo sich die Untersuchung

mit dem Verstehen der Aerodynamik befasst, indem er empfahl, die Bodenmechanik im Hinblick auf die Baumaschinenindustrie zu untersuchen.

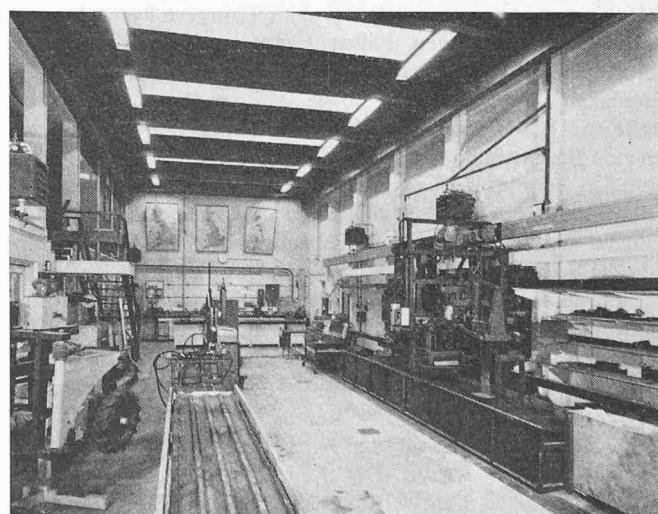
Sowohl mathematische als auch physikalische Modelle spielten beim Verfahren eine Rolle, das an der Universität Newcastle im Labor für Bodenmechanik (Bild 1) angewendet wurde. Dort standen vier Erdtanks von 6 m Länge und 0,76 m Breite zur Verfügung. Diese wurden bis auf 0,45 m Höhe gefüllt, und zwar der erste Tank mit trockenem Sand, der zweite mit wassergesättigtem Ton, der dritte mit einer durch Reibung und Kohäsion charakterisierten Zwischenerde und der vierte mit der zu untersuchenden Erde. Eine 13,4 m lange Schiene längs einer Wand wurde mit einem Schlitten versehen, der Kräften bis zu 450 kp standhielt und über eine Winde von einem Gleichstrommotor von 5,2 kW mit regelbarer Drehzahl angetrieben wurde. Damit liessen sich Geschwindigkeiten bis zu 6,4 km/h erreichen; auch konnte der Schlitten vertikal verfahren werden. Für die Übertragung von Instrumentensignalen waren mehrere Kanäle vorhanden.

Das Gros der beschriebenen Arbeit stand im Zusammenhang mit der einfachen Bodenabtragung, wie sie beim Erdschürfvorgang vorkommt; das dabei sich ergebende Kräftepiel wurde mit Hilfe von Glaskästen photographisch aufgenommen, mittels eines komplexen Computerprogramms analysiert und das Ergebnis in Form einer Kurvenschar aufgezeichnet, an Hand welcher sich die Kräfte in einfacher Weise berechnen lassen. Dieses Verfahren eignet sich für das Ausarbeiten von Projekten, so zum Beispiel für die Entwicklung einer Kurzstrecken-Erdbewegungsmaschine als Ersatz für den Bulldozer. Die Analyse der Kräfte, die an einer vorhandenen Maschine auftreten, zeigt Bild 2. Zu den noch zu lösenden Problemen zählt die Verringerung des grossen Gewichts der über dem Schnitt sich stauenden Erde sowie deren teilweise Nutzung zur Verbesserung der Fahrzeugbodenhaftung.

## 3. Konstruktive Massnahmen unter Berücksichtigung physiologischer Gesichtspunkte

Das Referat von *C. P. Wadsworth* befasste sich mit der Entwicklung des Wescon-Steuerpults für Krane und Bagger. Diese einbaufertigen Einheiten (Bild 3) bestehen aus Führer-

Bild 1. Einrichtung zur Messung der Widerstandskräfte verschiedener Böden im Laboratorium für Bodenmechanik der Universität Newcastle



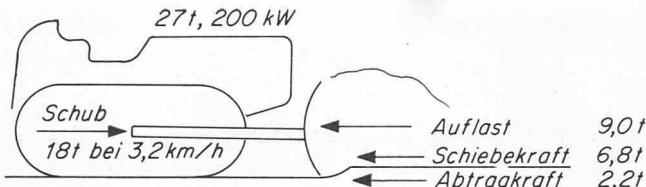


Bild 2. Hauptkräfte und Leistungen, die bei einer Planierraupe bei einem mit Vollast durchgeführten, 15 cm tiefen Schnitt auftreten

sitz, Bedienungselementen und Instrumentierung. Jede Winde der Einheit wird mittels einer Kupplung und einer Bremse gesteuert. Trotz der jetzt allgemein üblichen druckluft- und hilfskraftunterstützten Kupplungspedale besteht nach den Ausführungen des Redners noch immer eine Nachfrage nach gestängebetätigten Bremsen. Dies sei auf die Meinung zurückzuführen, man müsse die Reibung der Bremsbänder spüren, um eine Last genau absetzen zu können. Glücklicherweise wird diese Ansicht nicht überall vertreten. Die grössere Flexibilität bei der Anordnung der Bedienungselemente, die dank der Druckluftbetätigung erreicht wird, ermöglicht es dem Konstrukteur, dem Maschinenführer eine sichtgünstigere Stellung zu geben und die Bedienungselemente für ihn bequemer anzuordnen.

#### 4. Das Beseitigen von Schwingungen

Wie *J. Z. Nicolaisen* ausführte, zählen zu den praktischen Methoden, störende Schwingungen zu beseitigen, Trägheitsblöcke, die durch wirksames Verändern der Schwerpunktlage dem Schwingen eines Kräftepaars entgegenwirken. Auch Federn, die an Knotenpunkten angeordnet sind, können eine Konstruktion von der Schwingungsquelle isolieren.

Bezüglich der damit zusammenhängenden Mathematik empfahl *Nicolaisen*, die linearen Schwingungsprobleme analog jener elektrischer Schaltungen zu lösen, wo Spannung = Strom mal Impedanz ist, denn auch das Schwingungssystem könne als eine Anzahl in Serie oder parallel geschalteter Impedanzen mit oder ohne Dämpfungselementen angesehen werden. Eine Gummifeder hat beispielsweise ein inhärentes Dämpfungselement.

Der Redner erwog auch Systeme mit zwei oder drei Symmetrieebenen und bot sowohl mathematische als auch graphische Verfahren zur Feststellung der Kraftübertragung mittels Federn an; er hob jedoch hervor, dass die Masse und die Steifigkeit der Befestigungen von Bedeutung sind. Sei die effektive Masse klein, so seien weichere Befestigungen erforderlich. Und da darüber hinaus die Strassenfedern als eine negative Masse wirkten, könnte die effektive Masse der Befestigung kleiner sein als die dem Fahrgestellgewicht entsprechende. In einigen Fällen könnten die Strassenfedern selber als Motoraufhängung wirken, vorausgesetzt, dass der Steifigkeit des Fahrgestells sowie der der daran befestigten Teile wie Batteriehalterungen, Armaturenbretter usw. ausreichende Beachtung geschenkt wird.

Ein Kompromiss sei auch da zu erreichen, wo Strassenfedern die langsamten Schwingungen und steife Motoraufhängungen die schnellen Schwingungen aufnahmen. Nicolaisen zog die Schlussfolgerung, Schwingungsprobleme könnten besser durch logisches Überlegen und gesunden Menschenverstand gelöst werden als durch Schwingungsberechnung aufgrund exakter wissenschaftlicher Theorien.

#### 5. Konstruktion des Unterwagens

*J. L. Borrill*, International Harvester, umriss zunächst die Entwicklung der Raupe. Der Redner erinnerte an die mit einem gelenkigen Laufwerkrahmen versehene Raupe Vickers

Vigor und bemerkte, dass jetzt der starre Laufwerkrahmen allgemein vorherrsche. Dieser sei ausreichend beweglich für die Fahrgeschwindigkeiten von maximal 13 km/h, mit denen Gleiskettenfahrzeuge arbeiten. Auch verwenden die Hersteller eine einfache, robuste Konstruktion, um für breitgefächerte Einsatzbedingungen grösstmögliche Zuverlässigkeit zu bieten.

Alle heutigen Konstruktionen kombinieren den starren Laufwerkrahmen entweder mit pendelnder (Bild 4) oder starrer Aufhängung (Bild 5). Pendelrahmen arbeiten in der Regel mit einem Gestänge, so dass, wenn eine Gleiskette ein Hindernis überfährt, die andere sich um das gleiche Mass absenkt (Bild 6), und zwar mit Mechanismen zur Regulierung der parallelen und vertikalen Ausrichtung. Starre Aufhängungen werden an Raupenladern und für andere Anwendungsfälle benutzt, wo sie bei einigermassen ebenen Bedingungen arbeiten können.

Das Laufwerk besteht aus Gleiskettenrollen, Spannrollen und Gleiskettenrädern, wovon die Gleiskettenrollen die meiste Last aufnehmen. Die Hauptverbesserung, die in den vergangenen Jahren durchgeführt wurde, besteht in der Verwendung metallkaschierter Oldichtungen, die länger halten als Lederdichtungen.

Auch hat es in der Metallurgie und bei den Produktions-techniken Verbesserungen gegeben, die demselben Zweck dienen; die neuesten Kettenrollen sind jetzt mit Dichtungen ausgerüstet, die so lange halten wie die Rollen selbst. Für die Unterwagenkonstruktion wurden für die Zukunft keine grundlegenden Veränderungen vorausgesagt, wohl aber für hydrostatische Getriebe, die eine individuelle Steuerung jeder Gleiskette zulassen. Ferner wurde empfohlen, der Gesetzge-bung zur Lärmekämpfung durch Verwendung von mehr nichtmetallischen Teilen zu entsprechen.

#### 6. Wie Probleme lösbar sind

*Kenneth Agnew* von der Industrial Design (Engineering) Unit des Londoner Royal College of Arts sprach über eine erfolgreiche Methode zur Problemlösung, die er und seine Kollegen entwickelt hatten, und darüber, wie sich diese Methode allgemein anwenden lässt. Neuerungen seien aus kommerziellen Gründen notwendig, und für die Konstrukteure von Erdbewegungsgeräten stehe zurzeit die Zuverlässigkeit als wichtigster Faktor im Vordergrund. Der empfohlene Weg ist der einer organisierten Entwicklung, bei der eine multidisziplinäre Projektgruppe eines College oder einer Uni-versität das Bindeglied zwischen Industrie, Banken und möglicherweise der Regierung bildet. Für ein bestimmtes Problem sollte die Gruppe auch auf Mitarbeiter der Auftraggeberorganisation zurückgreifen können.

Die Gruppe sollte durch eine Sachdarstellung mit der Durchführung der Arbeit auf kommerzieller Grundlage beauftragt werden, so dass sie unter dem unausweichlichen Zwang steht, den Auftraggeber zufriedenstellen zu müssen. Die Sachdarstellung sollte fordern, dass die Untersuchungen für ein Projekt bis zu dem Punkt weitergeführt werden, wo sie leicht entweder kommerziell oder in gerätetechnischer Hinsicht verwirklicht werden können. Ein nationales Netz solcher Projektgruppen sollte aufgebaut werden, so dass auf die Fähigkeiten und Ressourcen zurückgegriffen werden kann, die erforderlich sind, um Entwicklungen auf einer höheren Ebene durchzuführen, als das bei routinemässiger Behandlung der Fall ist, und in einer besser begründeten und zuverlässigeren Form als die der blossen Gedankenblitze.

#### 7. Alternativen für den Dieselmotor

Der von *R. Hancock* und *M. Bath* vom britischen National Engineering Laboratory gegebene Überblick über die Kraft- und Getriebesysteme für fahrbare Baumaschinen be-fasste sich mit Kraftsystemen und erwähnte dabei alle be-

Tabelle 1. Energiespeichersysteme (nach P.O. Dunn und H.W. Welsh)

Energiequelle (theoretisch)	Spez. Leistung kWh/kg	Anmerkungen
<i>Mechanische Energie</i>		
Stahl	0,0005	geringe spez. Leistung
Gummi	0,0045	hohe spez. Volumen
verdichtetes Gas	0,0045	
Kinetische Energie (Schwungrad)	0,0045	geringe spez. Leistung, hohe Wichte, geringes Nachladegewicht, nur kurzzeitige Speicherung
<i>Wärmeenergie</i>		
Lithiumfluorid	0,041	begrenzte spez. Leistung
Lithiumhydrid	0,073	teuer; schwierig handhabbar
<i>Kernenergie</i>		
Spaltung radioaktive Isotopen	0,0045	Abschirmung macht System schwer. Gefährlich, teuer und schwierig zu regulieren <sup>1)</sup>
<i>Chemische Energie</i>		
Wasserstoff	6,8	teuer
Benzin	2,5	billig, leicht handhabbar
Wasserstoff- Sauerstoff (flüssig)	0,74	teuer
Lithiumchlor (200 °C)	0,44	Sekundärelemente sind in der Entwicklung. Korrosiv
Bleisäure	0,034	geringe spez. Leistung, schwer praktisch, spez. Energie
Zink-Sauerstoff	0,18	geringer

1) Isotopen können nicht abgeschaltet werden

kannten Verfahren der Energiespeicherung und -umwandlung (Tabelle 1). Er vertrat die Ansicht, kinetische Energie (wie bei einem Schwungrad) komme für den Erdmaschinenmarkt nicht ernsthaft in Betracht, Spannungsenergie (wie beim Uhrwerk) sei nicht verwirklichbar und Wärmeenergie, die zwar für besondere Anwendungsfälle in Frage komme, sei bis jetzt für Erdbewegungsmaschinen nicht brauchbar. Bei der Kernenergie gäbe es einige ernsthafte Nachteile, und ihre Anwendung bei Baumaschinen liege noch in ferner Zukunft. Es bestehen daher nur für die chemische Energie Aussichten auf Anwendung.

Von den zahlreichen Wegen der chemischen Energieumwandlung zeigt sich bis heute keine der bekannten Batteriearten oder Brennstoffzellen erfolgversprechend, ebensowenig die verschiedenen Verfahren zur Umwandlung von Wärme in Elektrizität. Sterling- und Rankine-Motoren, obwohl nicht problemlos, würden weiterentwickelt, so dass es schliesslich zu geeigneten Krafteinheiten kommen könnte.

Abgesehen von diesen Möglichkeiten bleibe also nur noch die Brennkraft, deren praktische Vorteile durch nachteilige Nebeneffekte auf die Umwelt bis zu einem gewissen Grad aufgehoben würden. Der Motor mit Fremdzündung (Ottomotor) sei zwar bei Vollast leistungsfähig, weniger jedoch bei Teillast, was nahelegt, dass sich die künftige Entwicklung

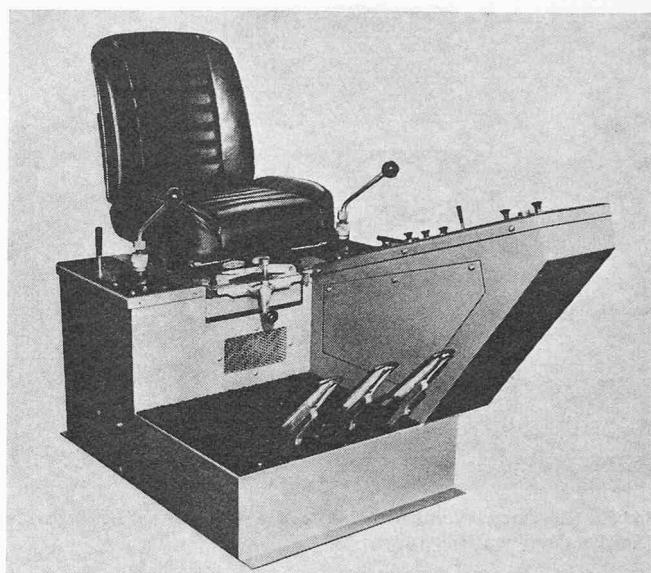


Bild 3. Einbau fertige Wescon-Steuerpult-Einheit

mit einem hub- und kompressionsveränderlichen Motor befassen sollte, der immer bei Vollast arbeitet, wobei die Leistung durch Verändern seiner Geometrie reguliert wird.

Bei Teillast sei der Dieselmotor leistungsfähiger als der fremdzündete Motor, und künftige Fortschritte beim Aufladen und bei grösseren Kolbengeschwindigkeiten dürften wahrscheinlich einen ruhig und sauber laufenden Motor hervorbringen. Die Probleme eines zu geringen Drehmoments und einer zu grossen Qualmentwicklung im unteren Drehzahlbereich müssten jedoch noch gelöst werden – vielleicht durch eine veränderliche Verdichtung, die für grosse Belastungen verringert, für kleine und zum Anlassen jedoch erhöht wird. Bei dem zwischen Diesel- und Benzinmotor liegenden Triebwerk mit Schichtenladung lässt sich die Leistungsabgabe bei Kraftstoffeinspritzung in die Luft, die mit einer Wirbelbewegung in den Zylinder eingesaugt wird, durch Regelung des Kraftstoff-Luft-Gemischs variieren. Dieser Motorentyp, der den Vorteil der Kraftstoffunempfindlichkeit sowie auch eine gute Leistung besitzt, dürfte hauptsächlich in Militärfahrzeugen Anwendung finden.

Der Wankelmotor mit seinen rotierenden Kolben wird in vielen Teilen der Welt weiterentwickelt und für mindestens zwei Fahrzeuge hergestellt. Er läuft geräuscharm bei günstigem Leistungsgewicht und guter Hubraumleistung und kann in Grossserien preisgünstig gebaut werden. Bei der Gasabdichtung sind beträchtliche Fortschritte erzielt worden, doch bleiben das geringe Drehmoment im unteren Drehzahlbereich sowie die starke Abgasemission weiterhin problematisch. Die Entwicklung der vor allem für den militärischen Bereich bestimmten zweistufigen Rolls-Royce-Dieselversion hat einige Erfolge zu verzeichnen; dieser Motor ist jedoch zu spät

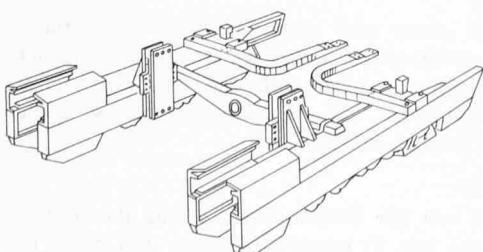


Bild 4 (links). Starrer Laufwerkrahmen mit pendelnder Aufhängung

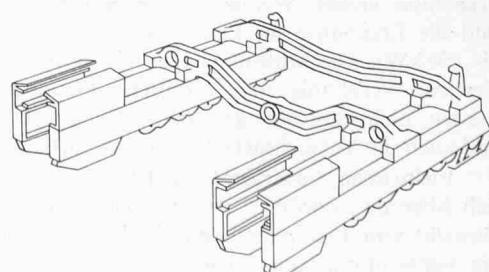


Bild 5 (rechts). Starrer Laufwerkrahmen mit starrer Aufhängung

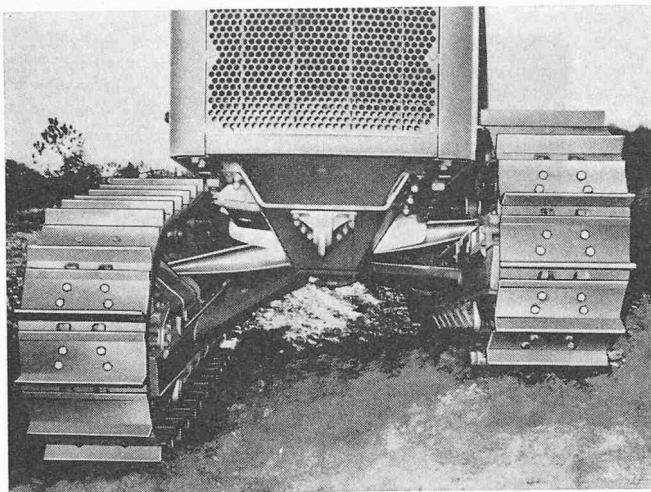


Bild 6. Selbsttige Vertikalstellung des Caterpillar-D9G-Fahrzeugs beim Befahren von Hinternissen

herausgekommen, um den vorhandenen Aggregaten ihre Rolle in Erdbewegungsmaschinen streitig zu machen.

Die Gasturbine in Zwei- oder Dreiwellenausführung und bei verbessertem Wirkungsgrad, der durch den neu entwickelten keramischen Wärmeaustauscher und die Beschauelung mit variabler Geometrie erreicht wurde, ist bis zu dem Punkt weiterentwickelt, wo sie in grösserer Ausführung bald eine brauchbare Antriebseinheit für Erdbewegungsmaschinen und grosse Lastkraftwagen werden könnte. Von den Verbundmotoren ist der Flugkolbenmotor noch ohne bedeutenden Einfluss. Der Abgasturboladerdiesel hingegen, der im Leistungsbereich über 100 PS (75 kW) bereits erfolgreich ist, könnte bald auch in kleineren Ausführungen lieferbar sein.

#### 8. Hydrostatik oder Elektrotechnik

Im zweiten Beitrag des National Engineering Laboratory besprach *R. Hancock* Getriebe, die eine rotierende Eingangskraft aufnehmen sowie die Kupplungs-, Gangschalt- und Antriebsfunktion erfüllen. Diese Getriebe müssen ausserdem in Erdbewegungsmaschinen den ständigen Start-Stop-Bedingungen und Stossbelastungen standhalten, für präzise Bewegung leichte Betätigung bieten sowie Getriebe- oder Motorbremsung ermöglichen.

Die derzeitigen meist mechanischen und hydrodynamisch-mechanischen Getriebe arbeiten zwar zufriedenstellend, legen jedoch der Fahrzeugform offenkundige Beschränkungen auf, weil es schwierig ist, eine Antriebswelle um Ecken herum anzuordnen. Dieses Problem ist aber auf hydrostatischem oder elektrotechnischem Wege zu lösen.

Ein britisches Beispiel für benzin-elektrische Traktion sei das frühere Tilling-Stevens-Bus-Getriebe, von dem man wahrscheinlich aus Kostengründen wieder abgekommen ist. In den USA hat man in neuerer Zeit bei Versuchen, die dem Antrieb von Erdbewegungsmaschinen durch Radmotoren galten, mit schnellaufenden Motoren und Reduktionsgetrieben im Leistungsbereich 700 bis 1000 PS (520 bis 745 kW) gute Ergebnisse erzielt. Weniger zufriedenstellend, so scheint es, sind die Ergebnisse im Leistungsbereich 100 bis 200 PS (75 bis 150 kW). Die Motoren haben ein geringes Drehmoment/Gewichts-Verhältnis und erfordern Druckluftkühlung; sie werden nichtsdestoweniger als vielversprechend angesehen, und auch die Versuchsarbeiten werden fortgesetzt.

Elektrische Steuergeräte sind häufig umfangreich, lassen sich aber da anordnen, wo sie nicht stören. Auch ist das Gewicht von Lichtmaschinen ein Problem, das aber durch die Verwendung von Gasturbinen in Verbindung mit hoch-

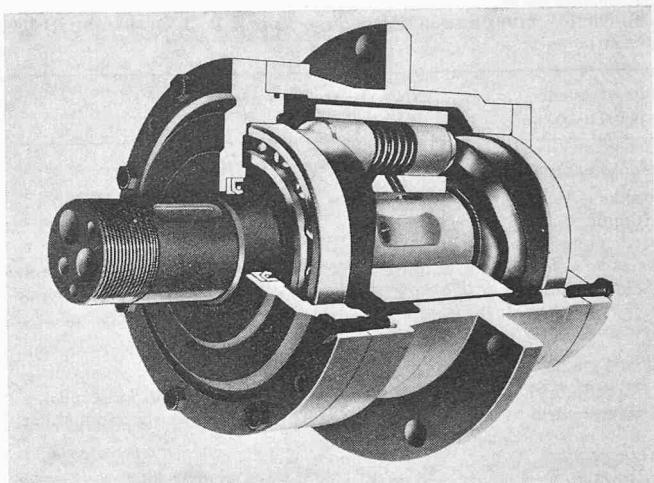


Bild 7. Hydrostatisches Getriebe des Radmotortyps

tourigen Lichtgeneratoren lösbar ist, wie auch durch einen unvorhergesehenen Fortschritt in der Akkumulator- oder Brennstoffzellen-Technologie.

Hydrostatische Getriebe bieten sogar noch bessere Aussichten. Selbst noch bevor sich Massenproduktionstechniken sich auf sie kostensenkend auswirken, ist es wahrscheinlich möglich, ein hydrostatisches Getriebe des Radmotortyps (Bild 7) zum gleichen Preis wie einer herkömmlichen Getriebe herzustellen, und ausserdem kann es auch zu einer Gewichtsverringerung kommen. Die bereits verfügbaren Einheiten haben ein Drehmoment/Gewichts-Verhältnis von 43 Nm/kg erreicht – das Doppelte des von experimentellen Radmotoren gleicher Grösse erzielten Verhältnisses –, während konkurrenzfähige Pumpeneinheiten, gewöhnlich von der Axialkolbentyp, verfügbar sind. Die Differentialsperre muss jedoch noch vervollkommen werden, was vielleicht durch Verwendung einer Multiflow-Pumpe gelingt. Solche Pumpen, die sich für die grössten Erdbewegungsmaschinen eignen, gibt es aber bis jetzt noch nicht. Kürzlich durchgeführte Versuche mit kleinerem Gerät haben ergeben, dass die Betriebszuverlässigkeit kleiner hydraulisch angetriebener Autoschüttler mindestens ebensogut ist wie diejenige herkömmlicher Ausführungen.

#### 9. Automatische Konstruktion für automatische Maschinen

Dr. *Watten*, der vormals bei der Hudswell Badger Development Ltd. tätig war und jetzt am Polytechnikum in Huddersfield lehrt, legte eine Studie zur Entwicklung einer automatischen Rohrlegemaschine (Bild 8) vor. Die Maschine besteht bereits in einer von Hand zu bedienenden Ausführung, in der sie sehr genau arbeitet, doch muss das Selbststeuergerät für die optische Führungseinheit noch konstruiert werden. Dazu wird statt der Ziel- und Zeigeranordnung ein Hilfsmittel zur Definition eines Punktes an der Maschine gefordert, deren Bewegung der des Rohres entspricht, weiter ein Spannungssignal, das die Funktion des derzeitigen Fehlausrichtungssignals übernimmt, sowie ein Verfahren zur Positionsveränderung der Maschine (und des Rohres) relativ zur definierten Linie.

Da dies eine grosse und teure Maschine wäre, müsste von der Konstruktionsarbeit soviel wie möglich mit einem Computer durchgeführt werden, um den Bau kostspieliger Prototypen zu vermeiden, die dann möglicherweise später doch verschrottet werden müssten.

#### 10. Lagerprobleme

*Alan Wright* von der British Timken trug das Referat von *T. G. Barnbrook* vor. Er beschrieb Theorie und Praxis der



Bild 8. Automatische Rohrlegemaschine

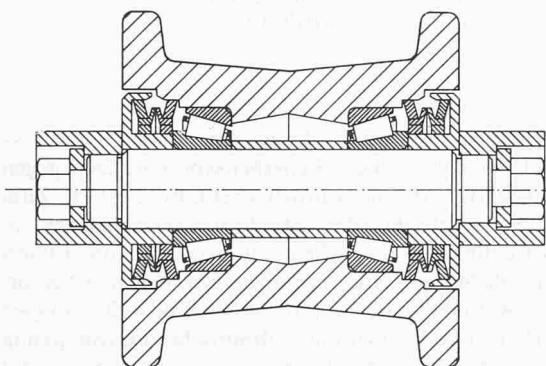


Bild 9. Laufrolle mit Kegelrollenlagern und doppelseitigen Dichtungen

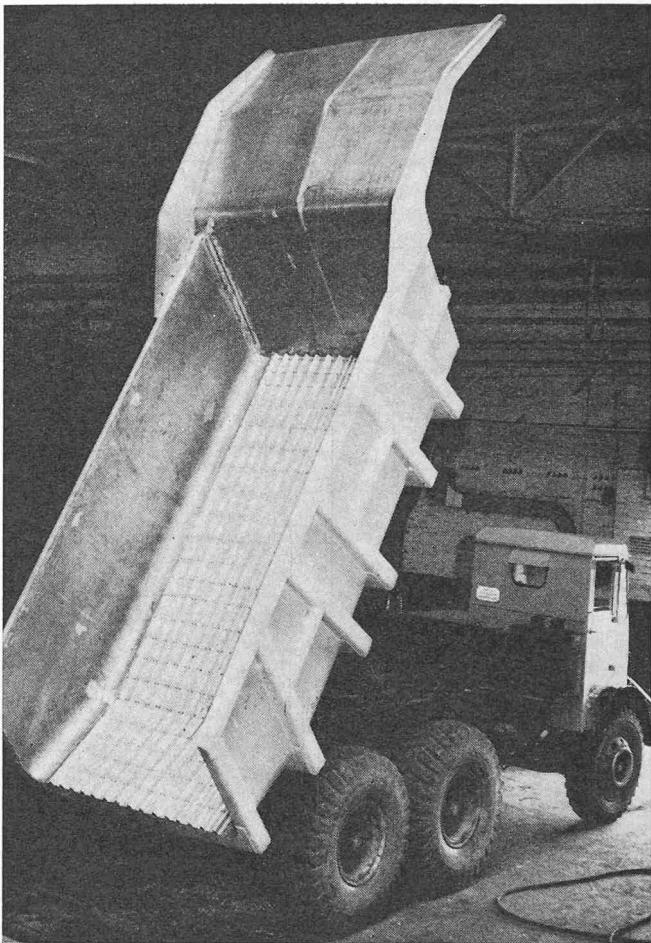


Bild 10. Ein von der Scottish Land Development Company nach einer Alcan-Konstruktion ausgeführter, ganz geschweisster Muldenkipperfau aus Aluminium

Anwendung von Kegelrollenlagern in Erdbewegungsmaschinen und behandelte die besonderen Dichtungsmethoden, die für die extrem schmutzigen Betriebsbedingungen erforderlich sind. Bild 9 zeigt eine Laufrolle, die mit den oft benutzten doppelseitigen Dichtungen versehen ist. Die Bedeutung einer sachgemäßen Wartung in einer angemessen ausgestatteten Werkstatt wurde betont.

*B. J. Summerhayes* und *A. D. Edwards*, Polypence Ltd., befassten sich ebenfalls mit dem Thema Lager, und zwar diesmal mit aus Nylatron gefertigten Gleitlagern. Nach bisheriger Praxis werden für Stahl- oder Gusseisenwellen Lagerlegierungen auf Kupferbasis verwendet, doch sind jetzt molybändisulfidangereicherte Giessnylonwerkstoffe wie Nylatron erhältlich. Diese bieten viele Vorteile; so sind sie geräuscharm und preisgünstig. (Die Kosten für Nylonwerkstoffe könnten 70% unter denen anderer Materialien liegen.) Nylatron habe in Fällen, wo es für Buchsen an Spann- und Laufrollen verwendet wurde, oft die doppelte Lebensdauer von Bronze erreicht. Außerdem gibt es für Nylatron noch mehrere andere Anwendungsfälle, durch die Erdbewegungsmaschinen leichter, geräuschärmer, haltbarer und im Betrieb billiger werden.

## 11. Gewichtseinsparung

*G. E. Powell* von der Alcan Booth Industrie Ltd. erwähnt, dass Aluminiumaufbauten erstmals vor 40 Jahren an Dumpern verwendet wurden. Jedoch erst mit der Entwicklung hochfester Aluminium/Magnesium-Legierungen und geeigneter Schweißverfahren in den fünfziger Jahren haben sich

wirklich erfolgreiche Hochleistungs-Dumperaufbauten herstellen lassen (Bild 10). Jetzt ist ein zufriedenstellender Aufbau etwa zum zweifachen Preis eines stählernen Aufbaus erhältlich. Eine Steigerung der Nutzlast von 15 bis 20% ist der Hauptvorteil, doch wird auch der Verschleiss von Motor, Getriebe, Reifen usw. verringert ebenso wie der Kraftstoffverbrauch während der leeren Rückfahrten, die 50% der Betriebszeit ausmachen. Weiter hat die Erfahrung gezeigt, dass bei einer Nutzlaststeigerung von 4,5 t die höheren Anschaffungskosten eines Aluminiumaufbaus in weniger als sechs Monaten Betriebszeit wettgemacht werden. Aluminiumaufbauten haben auch noch andere Vorteile; so ist ihr gutes Verhalten bei niedrigen Temperaturen in einigen Klimazonen vorteilhaft, weil es dann nicht zu Sprödbrüchen kommt. Tatsächlich verbessern sich die Eigenschaften bei niedrigen Temperaturen, und auch die gute Wärmeleitfähigkeit ist vorteilhaft, wenn die Abgaswärme zum Warmhalten der Ladung benutzt wird.

## 12. Hydraulik für Erdbewegungsmaschinen

Die Konstruktion von Hydraulikkreisen war das Thema des letzten Referats der Konferenz, das von *C. M. Joy*, *Joseph Lucas Ltd.*, vorgetragen wurde. Von allen technischen Bereichen, in denen die Hydraulik angewendet wird, ist wahrscheinlich der des Erdbewegungsgerätes derjenige, wo das am stärksten der Fall ist. Es lassen sich zwei grundlegende Arten von Hydraulikkreisen unterscheiden: solche, bei denen eine zapfwellenbetriebene Hydraulikpumpe in Verbindung mit einem mechanischen Getriebe die Arbeitsleistung

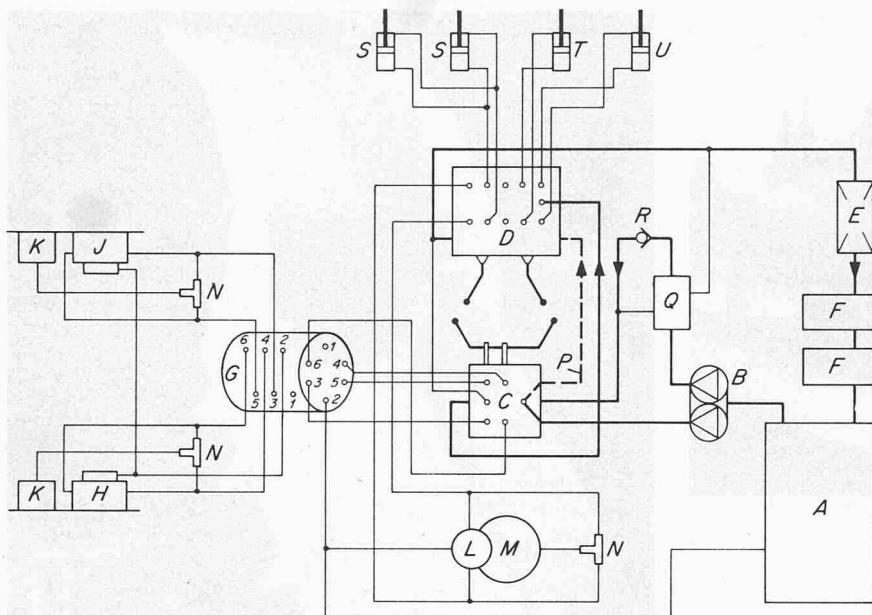


Bild 11. Hydraulikbaggerkreis mit zwei Doppelpumpen mit konstantem Förderstrom und einer Einrichtung, die es ermöglicht, die Förderleistung einer Pumpe bei geringem Druck an den Tank zurückzuleiten, wenn der Arbeitsdruckbedarf über einen voreingestellten Wert ansteigt

- A Tank
- B Pumpe
- C Ventilblock für die Gleiskette
- D Ventilblock für den Bagger
- E Kühler
- F Filter
- G rotierendes Verbindungsstück
- H rechter Kettenmotor
- J linker Kettenmotor
- K Gleiskettenbremsen
- L Schwenkmotor
- M Schwenkbremse
- N Pendelventile
- P Hochdruckleitung
- Q Entladeventil
- R Rückschlagventil
- S Auslegerzylinder
- T Löffelstielzylinder
- U Löffelzylinder

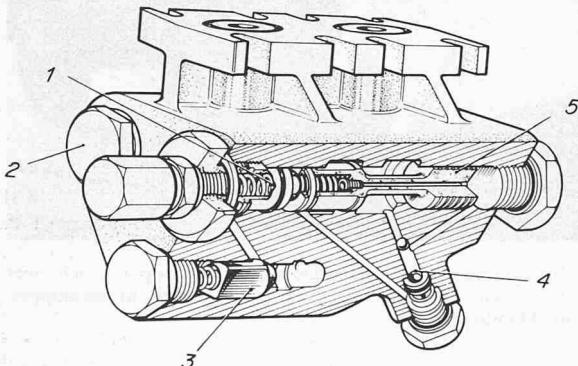


Bild 12. Ventilblock mit den nötigen Organen zur Verwendung mit den Kolbenpumpen Lucas PM  
1 Schaltventil, 2 ND-Rückschlagventil, 3 nicht einstellbares ND-Sicherheitsventil, 4 HD-Selektor, 5 HD-Sicherheitsventil

ermöglicht, und jene, die ein gesamthydraulisches System darstellen. Von diesem gibt es mehrere Varianten. Bei der einen (Bild 11) besorgt die motorbetriebene Doppelpumpe über geeignete Ventile sowohl Traktion als auch sonstige Arbeitsleistungen. Eine andere Möglichkeit ergibt sich dort, wo die Pumpe wie bisher entfernte Motoren versorgt, jedoch über getrennte Hilfskreise.

Um eine besondere Pumpe für die anderen Kreise vorsehen zu können, verwendet man als erste Pumpe eine solche mit durchgehender Welle; man kann natürlich auch eine der betriebsbereiten Einheiten, bestehend aus einer kompletten Pumpen-Motor-Baugruppe, verwenden, bei der dann entweder der Motor oder die Pumpe verstellbar ist.

Die Vorteile der verschiedenen Arten von Hydraulikkreisen und die notwendigen Sicherheitsvorkehrungen gegen ein Abwürgen des Motors wurden ebenfalls erörtert. Zum Thema Filtern zeigte Joy die Vorteile der verschiedenen, in einem Hydraulikkreis möglichen Einbauarten von Filtern und hob die Bedeutung einer regelmässigen Wartung hervor. Er war der Ansicht, dass die Drücke künftig weiter steigen werden, vielleicht verbunden mit hydraulischer Fernsteuerung von gekoppelten Konstantleistungsreglern, was eine grössere Verfeinerung ermöglichen und weniger Anforderungen an den Fahrer stellen würde.

#### Zusammenstellung der Referate

1. Gamgee, B.: Plant design criteria and the earth moving contract
2. Reece, A.R., BSc, MSc, PhD, MIAgrE, MIMechE: Soil mechanics – a systematic way to better earth moving machines
3. Wadsworth, C.P., BSc, ACGI, AFRAeS: Ergonomics of earth mover control layouts
4. Nicolaisen, J.Z., BSc, MIMechE, Dan Eng Soc, MAmerIEEE: Vibration control from the point of view of a manufacturer of flexible mountings
5. Borrill, J.L.: Crawler undercarriage design
6. Agnew, K.: Innovation and excavation
7. Hancock, R., CEng, MIMechE, and Bath, M., BTech, GIMechE: Future power and transmission systems for earth movers
8. Watton, J., BSc, PhD: Computer-aided design in civil engineering plant – Case study: an automated pipe-laying machine
9. Barnbrook, T.G., MIMechE, MIProdE: Rolling element bearing and seal systems for wheeled and tracked earth movers
10. Summerhayes, B.J., CEng, MIMechE, MIProdE, and Edwards, A.D., MInstM, MISE: Nylon bearings and applications in mobile construction plant
11. Powell, G.E. MCIT: Lightweight structures for dump truck bodywork
12. Joy, C.M., BSc, CEng, MIMechE: Hydraulic circuit design and layout